

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

Thermische Nutzung des Untergrunds
Erdgekoppelte Wärmepumpenanlagen

VDI 4640

Blatt 2 / Part 2

Thermal use of the underground
Ground source heat pump systems

Ausg. deutsch/englisch
Issue German/English

Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.

The German version of this standard shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.

| Inhalt | Seite | Contents | Page |
|---|-----------|---|-----------|
| Vorbemerkung | 2 | Preliminary note | 2 |
| Einleitung | 3 | Introduction | 3 |
| 1 Anwendungsbereich | 4 | 1 Scope | 4 |
| 2 Normative Verweise | 4 | 2 Normative references | 4 |
| 3 Begriffe | 4 | 3 Terms and definitions | 4 |
| 4 Formelzeichen und Abkürzungen | 5 | 4 Symbols and abbreviations | 5 |
| 5 Thermische Nutzung des Grundwassers mit Brunnenanlagen | 7 | 5 Thermal use of groundwater with well systems | 7 |
| 5.1 Auslegung | 7 | 5.1 Design | 7 |
| 5.2 Errichtung und Inbetriebnahme der Anlage | 13 | 5.2 Construction and commissioning of the system. | 13 |
| 6 Nutzung des oberflächennahen Untergrunds mit Erdwärmekollektoren | 19 | 6 Use of the shallow underground using ground heat collectors | 19 |
| 6.1 Auslegung horizontaler Erdwärmekollektoren | 20 | 6.1 Design of horizontal ground heat collectors | 20 |
| 6.2 Installation | 22 | 6.2 Installation. | 22 |
| 7 Nutzung des Untergrunds mit Erdwärmesonden | 25 | 7 Use of the underground with borehole heat exchangers | 25 |
| 7.1 Thermische Auslegung. | 27 | 7.1 Thermal design | 27 |
| 7.2 Hydraulische Auslegung von Erdwärmesondenanlagen | 38 | 7.2 Hydraulic design of borehole heat exchanger systems. | 38 |
| 7.3 Installation/Errichtung der Anlage. | 42 | 7.3 Installation/construction of system | 42 |
| 8 Besonderheiten von Anlagen mit Direktverdampfung | 61 | 8 Special features of systems with direct expansion | 61 |
| 8.1 Auslegung | 61 | 8.1 Design | 61 |
| 8.2 Installation | 62 | 8.2 Installation. | 62 |
| 8.3 Inbetriebnahme. | 63 | 8.3 Commissioning | 63 |
| 9 Besonderheiten weiterer Wärmequellenanlagen/Wärmesenkenanlagen | 64 | 9 Characteristics of other heat source systems/heat sink systems | 64 |
| 9.1 Gründungspfähle als Wärmeträger – Energiepfähle. | 64 | 9.1 Foundation piles as heat exchangers – energy piles | 64 |
| 9.2 Erdberührte Betonbauteile als Wärmeträger. | 67 | 9.2 Ground-contact concrete elements as heat exchangers. | 67 |
| 9.3 Geothermie in Tunnelbauwerken | 68 | 9.3 Geothermal energy in tunnels. | 68 |
| 9.4 Kompakte Erdwärmekollektoren | 70 | 9.4 Compact ground heat exchangers. | 70 |
| 9.5 Speichersonden. | 73 | 9.5 Storage-type borehole heat exchangers | 73 |

VDI-Gesellschaft Energie und Umwelt (GEU)

Fachbereich Energietechnik

VDI-Handbuch Energietechnik
VDI-Handbuch Wärme-/Heiztechnik

| Inhalt | Seite |
|--|-------|
| 10 Systemeinbindung | 74 |
| 10.1 Verteiler und Sammler. | 75 |
| 10.2 Armaturen und Pumpen. | 75 |
| 10.3 Anschlussleitungen zwischen Verteiler und Wärmepumpe | 75 |
| 10.4 Dimensionierung der Rohrleitungen und Pumpen | 75 |
| 11 Wärmenutzungsanlagen | 76 |
| 11.1 Erdgekoppelte Wärmepumpe | 76 |
| 11.2 Betriebsweisen von Wärmepumpen | 76 |
| 11.3 Bauaustrocknung | 81 |
| 11.4 Austausch von Wärmepumpen | 81 |
| 12 Materialien für Wärmequellenanlagen | 82 |
| 12.1 Materialeigenschaften polymerer Werkstoffe.82 | |
| 12.2 Materialeigenschaften nicht polymerer Materialien. | 84 |
| 13 Verhalten in Störfällen und Rückbau erdgekoppelter Wärmepumpenanlagen | 86 |
| 13.1 Verhalten in Störfällen. | 86 |
| 13.2 Rückbau der Wärmepumpe | 87 |
| 13.3 Rückbau der Wärmequellenanlage | 87 |
| Anhang A Auslegungstabellen für Erdwärmekollektoren. | 88 |
| Anhang B Auslegungstabellen für Erdwärme- sonden | 100 |
| Anhang C Druckverlustdiagramme | 118 |
| Anhang D Verfüllung von Erdwärmesonden (Beispiel für Verfüllprotokoll) | 119 |
| Anhang E Randbedingungen für Prüfverfahren zur Bestimmung des Einflusses von Verfüllbaustoffen bei Frost-Tau-Wechseln. | 121 |
| Anhang F Weitere Wärmequellen/Wärmesenken | 122 |
| Schrifttum. | 135 |

| Contents | Page |
|---|------|
| 10 System integration | 74 |
| 10.1 Manifolds and headers | 75 |
| 10.2 Fittings and pumps | 75 |
| 10.3 Connecting pipes between manifold and heat pump | 75 |
| 10.4 Dimensioning of pipes and pumps. | 75 |
| 11 Heat utilisation systems | 76 |
| 11.1 Ground source heat pump | 76 |
| 11.2 Operating modes of heat pumps | 76 |
| 11.3 Building drying. | 81 |
| 11.4 Heat pump replacement | 81 |
| 12 Materials for heat source systems | 82 |
| 12.1 Properties of polymer materials | 82 |
| 12.2 Properties of non-polymer materials | 84 |
| 13 What to do in case of disruptions – Removal of ground source heat pump systems | 86 |
| 13.1 What to do in case of disruptions | 86 |
| 13.2 Removal of heat pump | 87 |
| 13.3 Removal of heat source system | 87 |
| Annex A Design tables for ground heat collectors | 88 |
| Annex B Design tables for borehole heat exchangers | 100 |
| Annex C Pressure loss diagrams | 118 |
| Annex D Grouting of borehole heat exchangers (sample grouting report) | 120 |
| Annex E Boundary conditions for test procedures to determine the behaviour of grouting materials subject to freezing-thawing-cycles | 121 |
| Annex F Other heat sources/heat sinks | 122 |
| Bibliography. | 135 |